

**Sensors, esp. thermocouples for use during plastic injection moulding**

**Patent number:** DE19709609  
**Publication date:** 1998-09-24  
**Inventor:** HELLSTERN PETER DIPL ING (DE); BOOG CLEMENS  
DIPL ING (DE); FISCHER GUENTHER DR ING (DE);  
SCHMIDBERGER ERNST DIPL ING (DE)  
**Applicant:** FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B29C45/76; B29C45/78  
- **european:** B29C45/78  
**Application number:** DE19971009609 19970308  
**Priority number(s):** DE19971009609 19970308

**Report a data error here**

**Abstract of DE19709609**

A measurement is made of a property during plastic injection moulding, e.g. the temperature of a molten plastic (4), by using at least two sensors (6,7) which are spaced some distance apart.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



②① Aktenzeichen: 197 09 609.3  
②② Anmeldetag: 8. 3. 97  
④③ Offenlegungstag: 24. 9. 98

⑦① Anmelder:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188  
Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Hellstern, Peter, Dipl.-Ing., 78054  
Villingen-Schwenningen, DE; Boog, Clemens,  
Dipl.-Ing., 78652 Deißlingen, DE; Fischer, Günther,  
Dr.-Ing., 73271 Holzmaden, DE; Schmidberger,  
Ernst, Dipl.-Ing., 70569 Stuttgart, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

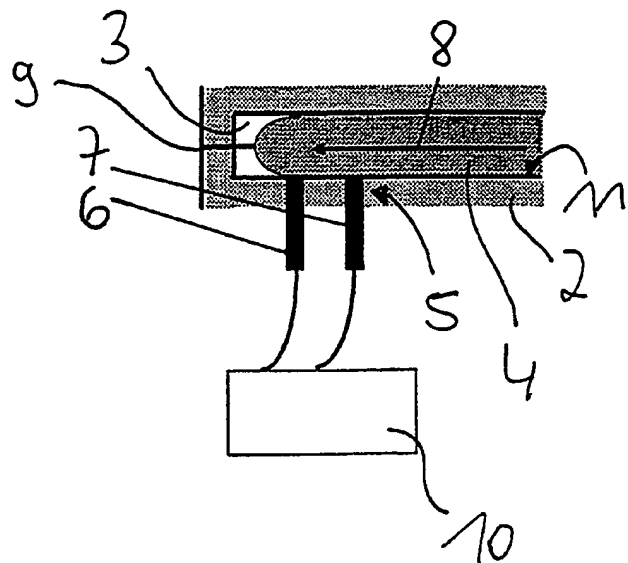
DE	33 20 896 C1
DE	40 26 731 A1
US	56 05 707
US	41 97 070
US	37 51 014

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Vorrichtung und Verfahren zum Messen einer Meßgröße bei einem Kunststoff-Spritzgießverfahren**

⑤⑦ Es wird eine Vorrichtung (1) zur Messung der Temperatur des geschmolzenen Kunststoffs (4) bei einem Kunststoff-Spritzgießverfahren beschrieben. Dabei sind mindestens zwei zueinander beabstandet angeordnete Sensoren (6, 7) zur jeweiligen Messung der Temperatur in der Wand (5) des Spritzgieß-Werkzeugs (2) vorgesehen. Durch die beiden Sensoren (6, 7) ist es beispielsweise möglich, die Fließgeschwindigkeit des geschmolzenen Kunststoffs (4) aus den gemessenen Werten abzuleiten. Dies kann dazu verwendet werden, die Überwachung und/oder die Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens im Sinne einer Verbesserung der Qualität der herzustellenden Produkte zu beeinflussen.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung einer Meßgröße, beispielsweise der Temperatur eines geschmolzenen Kunststoffes, an einer Meßstelle eines für ein Kunststoff-Spritzgießverfahren vorgesehenen Werkzeugs.

Eine derartige Vorrichtung und ein derartiges Verfahren sind aus der DE 195 18 804 A1 bekannt. Dort ist ein System zur Überwachung und ggf. Regelung eines Spritzgieß-Produktionsprozesses für Kunststoffe beschrieben. Bei diesem System werden an mehreren Stellen des Spritzgieß-Werkzeugs mit Hilfe von Sensoren die Signalverläufe bestimmter Meßgrößen gemessen. Diese Signalverläufe werden einem zuvor erstellten und ggf. trainierten neuronalen Netzwerk zugeführt und von diesem ausgewertet. Mit Hilfe der von dem neuronalen Netzwerk erzeugten Prognosewerte werden die durch das Kunststoff-Spritzgießverfahren hergestellten Produkte überwacht und ggf. nach Qualitätskriterien sortiert. Desweiteren ist es möglich, daß mit Hilfe der Prognosewerte des neuronalen Netzwerks der eigentliche Produktionsprozeß, also das Kunststoff-Spritzgießverfahren beeinflußt wird.

Bei den bei der DE 195 18 804 A1 beschriebenen Meßgrößen kann es sich um Druckverläufe, Temperaturverläufe oder dergleichen handeln. Diese werden üblicherweise mit Hilfe von Sensoren gemessen, die an den gewünschten Meßstellen des Spritzgieß-Werkzeugs vorgesehen sind. Eine bekannte Meßgröße ist beispielsweise die Temperatur des geschmolzenen Kunststoffes, der in das genannte Werkstück eingebracht wird.

Es hat sich nun, nicht nur im Zusammenhang mit der Verwendung von neuronalen Netzwerken, sondern auch bei anderen Überwachungs- und/oder Regelungssystemen herausgestellt, daß die Sensoren als solche sowie deren Anordnung für die Effektivität und Güte der Überwachung oder Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens von größter Bedeutung sind. Dabei sind der Ausgestaltung dieser Sensoren dadurch Grenzen gesetzt, daß die verwendeten Spritzgieß-Werkzeuge nicht beliebig Raum für den Einbau solcher Sensoren aufweisen, und daß aus wirtschaftlicher Sicht die Kosten für derartige Sensoren nicht beliebig hoch sein dürfen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung einer Meßgröße bei einem Kunststoff-Spritzgießverfahren zur Verfügung zu stellen, mit dem die Messung der gewünschten Meßgröße optimal durchgeführt werden kann, das an die beengten Raumverhältnisse in Spritzgieß-Werkzeugen angepaßt ist, und das trotzdem hinsichtlich der Kosten in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen bleibt.

Bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe durch die Erfindung dadurch gelöst, daß mindestens zwei zueinander beabstandet angeordnete Sensoren zur jeweiligen Messung der Meßgröße vorgesehen sind. Desweiteren wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art die Aufgabe durch die Erfindung dadurch gelöst, daß die Meßgröße an mindestens zwei zueinander beabstandet angeordneten Meßstellen gemessen wird.

Durch die beiden Sensoren ist es möglich, die gemessenen Werte der beiden benachbart angeordneten Meßstellen auszuwerten und bei einer ggf. nachfolgenden Überwachung und/oder Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens zu berücksichtigen. Dabei liegt ein besonderer Vorteil der Erfindung darin, daß die gemessenen Werte der beiden Sensoren nicht nur separat voneinander, sondern unter jeweils gegenseitiger Berücksichtigung ausgewertet und in die nachfolgende Überwachung und/oder Regelung eingehen können. Auf diese Weise ist es möglich, eine vom Ort

der Meßstellen abhängige Dynamik bzw. das Orts- und Zeitverhalten der gewünschten Meßgröße aus den gemessenen Werten abzuleiten und ggf. nachfolgend zu berücksichtigen.

Handelt es sich beispielsweise bei der gewünschten Meßgröße um die Temperatur des geschmolzenen Kunststoffes, so kann aus den gemessenen Werten der beiden Sensoren beispielsweise sehr genau erkannt werden, mit welcher Ausbreitungsgeschwindigkeit sich der geschmolzene Kunststoff in dem Spritzgieß-Werkzeug vorwärts bewegt. Aus dieser Information können Rückschlüsse auf die Qualität des herzustellenden Produkts gezogen werden, wodurch es dann wiederum möglich ist, die Parameter des Kunststoff-Spritzgießverfahrens im Sinne einer Verbesserung der Qualität zu verändern.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die beiden Sensoren in Fließrichtung des geschmolzenen Kunststoffes angeordnet. Auf diese Weise wird die Berechnung von Kenngrößen analog zur Fließgeschwindigkeit des geschmolzenen Kunststoffes in dem Spritzgießwerkzeug vereinfacht und damit eine Interpretation des Prozeßverhaltens weiter verbessert. Es ergibt sich daraus ebenfalls eine verbesserte Rückschlußmöglichkeit auf die Qualität des herzustellenden Produkts und damit eine verbesserte Beeinflussung der Parameter des Kunststoff-Spritzgießverfahrens.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist jeder der beiden Sensoren insbesondere an der Oberfläche einer Wand des Werkzeugs angeordnet. Daraus ergibt sich, daß Temperaturänderungen, beispielsweise wenn der geschmolzene Kunststoff einen der beiden Sensoren erreicht, schnell und genau erkannt werden. Durch die Anordnung an der Oberfläche der Werkzeugwand wird also die Meßdynamik und die Meßgenauigkeit des Sensors und damit die Genauigkeit der Messung wesentlich verbessert.

Dabei ist es zweckmäßig, daß die jeweiligen Meßstellen der beiden Sensoren entweder in einer gemeinsamen Ebene liegen oder einen Winkel einschließen. Bilden die Meßstellen der beiden Sensoren eine gemeinsame Ebene, so ist damit neben dem Temperaturverhalten auch die Fließgeschwindigkeit des geschmolzenen Kunststoffes beispielsweise bei ausgedehnten Flächen besonders einfach und genau meßbar. Sind die jeweiligen Meßstellen der beiden Sensoren hingegen in einem Winkel zueinander angeordnet, wenn also beispielsweise die beiden Wände senkrecht aufeinander stehen, so hat die Anordnung jeweils eines Sensors in jeder der beiden Wände den Vorteil, daß sehr genau erfaßt werden kann, wann beim Entlangfließen des geschmolzenen Kunststoffes entlang einer der beiden Wände letztlich die andere Wand erreicht wird. Mit Hilfe der in einem Winkel zueinander angeordneten Sensoren ist es somit möglich, festzustellen, wann ein durch eine Wand begrenzter Fließweg letztlich von dem geschmolzenen Kunststoff ausgefüllt ist. Handelt es sich beispielsweise bei dem Fließweg um einen einseitig freien Steg oder dergleichen, so kann mit Hilfe der beiden in einem Winkel zueinander angeordneten Sensoren genau der Füllzustand dieses Stegs überwacht werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist jeder der Sensoren ein vorzugsweise schnell ansprechendes Thermoelementpaar, wie zum Beispiel Eisen-Konstantan oder NiCrNi auf. Durch diese Maßnahme wird die Schnelligkeit und die Genauigkeit der von den Sensoren durchgeführten Messungen weiter erhöht und verbessert. Dies hat wiederum positive Folgen auf eine mögliche nachfolgende Überwachung und/oder Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens. Desweiteren handelt es sich bei den genannten Thermoelementpaaren um Bauteile, die in großen Mengen kostengünstig herzustellen und

damit auch aus wirtschaftlicher Sicht vertretbar sind.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung sind die beiden Sensoren in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht. Dadurch wird es möglich, die beiden Sensoren auf einem kleinen Raum unterzubringen. Insbesondere ergibt sich daraus der Vorteil, daß die beiden Sensoren zusammen mit nur einer Halterung oder dergleichen in dem Spritzgieß-Werkzeug befestigt werden können. Durch das gemeinsame Gehäuse der beiden Sensoren wird somit den beengten Raumverhältnissen Rechnung getragen.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Anzahl der Sensoren ein Vielfaches der Zahl 2. Dies bedeutet, daß die Sensoren immer paarweise vorgesehen sind. Zwei zusammengehörige Sensoren können damit als eine Vorrichtung betrachtet und als Modul verwendet werden. In einer nachgeordneten Überwachung und/oder Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens ist es somit nicht erforderlich, die einzelnen Sensoren jeweils für sich zu verarbeiten, sondern es ist möglich, jeweils zwei zusammengehörige Sensoren immer auf dieselbe Art und Weise, also ebenfalls modular, auszuwerten. Auf diese Weise wird der Aufwand für die Auswertung und für eine nachfolgende Überwachung und/oder Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens wesentlich vereinfacht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen die beiden Sensoren etwa gleichartige Meßeigenschaften, insbesondere ein etwa gleichartiges Ansprechverhalten auf. Vorzugsweise handelt es sich um Sensoren derselben Bauart. Dadurch wird die Vergleichbarkeit der beiden Sensoren wesentlich verbessert und die Auswertung der von den beiden Sensoren gemessenen Werte vereinfacht.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Anfangswert und/oder ein Endwert und/oder ein Maximalwert und/oder ein Minimalwert und/oder ein zeitliches Auftreten dieser Werte für jeden der beiden Sensoren separat und/oder unter Berücksichtigung des jeweiligen anderen Sensors ausgewertet. Es ist damit nicht nur möglich, die genannten Werte für jeden der beiden Sensoren separat auszuwerten, sondern es können die beiden Sensoren auch in Beziehung zueinander gesetzt werden. So ist es möglich, daß beispielsweise die Maximalwerte und/oder deren zeitliches Auftreten der beiden Sensoren miteinander in Verbindung gesetzt werden. Ebenfalls ist es beispielsweise möglich, den Schwerpunkt insbesondere bezüglich Amplitude und Zeit der Signalverläufe der beiden Sensoren zueinander zu betrachten. Aus der Betrachtung dieser Werte können dann Rückschlüsse auf das Fließverhalten des geschmolzenen Kunststoffes in dem Spritzgieß-Werkzeug gezogen werden, die ihrerseits wieder dazu geeignet sind, die Parameter des Kunststoff-Spritzgießverfahrens im Sinne einer Verbesserung des herzustellenden Produkts zu verändern.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Form der gemessenen zeitlichen Verläufe der beiden Sensoren separat und/oder unter Berücksichtigung des jeweils anderen Sensors ausgewertet. Es wird also wiederum nicht nur die Form des jeweiligen zeitlichen Verlaufs der beiden Sensoren völlig unabhängig voneinander verwertet, sondern es ist möglich, die beiden zeitlichen Verläufe miteinander zu vergleichen und daraus Informationen im Hinblick auf den Füllvorgang in dem Spritzgießwerkzeug abzuleiten.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Schnittpunkt und/oder eine Differenz der gemessenen zeitlichen Verläufe der beiden Sensoren ausgewertet. Bei dem Schnittpunkt handelt es sich um ein Merkmal, das bei der Durchführung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens für ein bestimmtes Produkt cha-

rakteristisch sein kann. Die Werte für die Temperatur bzw. den Zeitpunkt des Schnittpunkts basieren dabei auf von beiden Sensoren gemessenen Werten und sind damit nicht nur für das zeitliche, sondern auch für das örtliche bzw. räumliche Verhalten des geschmolzenen Kunststoffes in dem Spritzgieß-Werkzeug charakteristisch. Entsprechendes gilt für die Differenz der gemessenen Signalverläufe.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die von den beiden Sensoren gemessenen Werte zur Überwachung und/oder Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens verwendet werden. Wie mehrfach erläutert, besitzen insbesondere die auf beiden Sensoren basierenden Auswertungen einen wesentlich höheren Informationsgehalt als die Meßwerte nur eines einzigen Sensors. Dieser höhere Informationsgehalt verbessert die Qualität der Überwachung und/oder der Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, die von den beiden Sensoren erzeugten Signalverläufe mittels neuronaler Netze zu interpretieren. Die Fähigkeit neuronaler Netzwerke, den Zusammenhang zwischen Meßwerten und zu prognostizierenden Zielgrößen durch die Lernfähigkeit des neuronalen Netzwerks herzustellen, ist im Zusammenhang mit der Erfindung besonders vorteilhaft. Insbesondere hat sich der Einsatz der Erfindung bei einem System zur Überwachung und/oder Regelung eines Produktionsprozesses nach der DE 195 18 804 A1 besonders bewährt.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, und zwar unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1a und 1b eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung in der Form eines Meßdiagramms sowie in einer Seitenansicht eines Spritzgieß-Werkzeugs mit zwei, in einer gemeinsamen Ebene angeordneten Sensoren;

Fig. 1c eine schematische Darstellung eines Meßdiagramms mit einer Verknüpfung von Signalverläufen;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Seitenansicht aus der Richtung II der Fig. 3;

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Vorrichtung der Fig. 2 aus der Richtung III der Fig. 2;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung in einer Seitenansicht eines Spritzgieß-Werkzeugs mit zwei, in einem Winkel zueinander angeordneten Sensoren;

Fig. 5 eine vergrößerte schematische Darstellung des in dem Ausschnitt V der Fig. 4 enthaltenen Sensors; und

Fig. 6a und 6b eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung in einer Seitenansicht eines Spritzgieß-Werkzeugs mit vier Sensoren sowie ein dazugehöriges Meßwert-Diagramm.

Bei der Herstellung eines Produkts mit Hilfe eines Kunststoff-Spritzgießverfahrens wird der geschmolzene Kunststoff in den Hohlraum eines Spritzgieß-Werkzeugs eingebracht. Der Hohlraum hat dabei im wesentlichen die Gestalt des letztendlich herzustellenden Produkts. Der geschmolzene Kunststoff fließt in den Hohlraum hinein, füllt diesen aus und kühlt ab. Danach wird das Spritzgieß-Werkzeug geöffnet und das entstandene Produkt wird aus dem Werkzeug genommen.

Bei dem das Kunststoff-Spritzgießverfahren beeinflussenden Parametern handelt es sich unter anderem um die Temperatur des in den Hohlraum eingebrachten geschmolzenen Kunststoffs oder um den Druck, mit dem der geschmolzene Kunststoff in diesen Hohlraum eingebracht wird, oder dergleichen. Mittels Änderung dieser Parameter ist es möglich, die Qualität des herzustellenden Produkts zu verändern mit dem Ziel einer Verbesserung der Produktqualität.

In der Fig. 1b ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 1 zur Meßung einer Meßgröße während eines Kunststoff-Spritzgießverfahrens dargestellt. Die Fig. 1b zeigt ein Werkzeug 2, in dessen Hohlraum 3 sich ein geschmolzener Kunststoff 4 befindet. In einer Wand 5 des Werkzeugs 2 sind zwei Sensoren 6, 7 vorgesehen. Die beiden Sensoren 6, 7 sind mit einem Abstand zueinander angeordnet und besitzen gleiches Ansprechverhalten.

Der geschmolzene Kunststoff 4 besitzt eine Fließrichtung 8 und weist eine Temperatur T auf. Das Werkzeug 2 kann in der Ebene 9 geteilt werden.

Jeder der beiden Sensoren 6, 7 dient dazu, den Temperaturverlauf T des geschmolzenen Kunststoffs 4 zu messen. Die Meßgröße jedes der beiden Sensoren 6, 7 ist somit die Temperatur T an der jeweiligen Meßstelle bzw. an dem jeweiligen Sensorenort. Diese Meßgröße wird von den beiden Sensoren 6, 7 über eine Zeitdauer t kontinuierlich gemessen. Die gemessenen Werte werden von den Sensoren 6, 7 einer Meß- und Auswerteeinrichtung 10 zugeführt, beispielsweise einem Zweikanal-Meßverstärker.

Der prinzipielle Verlauf der gemessenen Werte der Temperatur T über der Zeitdauer t ist in der Fig. 1a dargestellt. Dabei ist eine der beiden Kurven dem Sensor 6 und die andere der beiden Kurven dem Sensor 7 zugeordnet. Auch wenn die beiden Kurven der Fig. 1a keine absoluten Temperatur- oder Zeitwerte aufweisen, so versteht sich, daß derartige absoluten Werte bei einer Realisierung der Erfindung vorhanden sind.

Vor einem Zeitpunkt  $t_1$  messen die beiden Sensoren 6, 7 eine Anfangstemperatur  $T_1$  der Umgebung des jeweiligen Sensors ohne Kunststoff. Da der Sensor 7 in Fließrichtung 8 des geschmolzenen Kunststoffs 4 vor dem Sensor 6 angeordnet ist, erhöht sich die von dem Sensor 7 gemessene Temperatur ab dem Zeitpunkt  $t_1$ . In dem Zeitpunkt  $t_1$  hat demnach der geschmolzene Kunststoff 4 den Sensor 7 erreicht. Entsprechendes geschieht in einem Zeitpunkt  $t_2$  für den Sensor 6, da in diesem Zeitpunkt  $t_2$  der geschmolzene Kunststoff 4 diesen Sensor 6 erreicht.

Die den beiden Sensoren 6, 7 zugeordneten Kurven weisen, abgesehen von ihrem zeitlichen Versatz, einen ähnlichen Verlauf über der Zeitdauer t auf. Die Temperatur T steigt jeweils auf einen Maximalwert an und fällt dann langsam wieder ab. Nach einer gewissen Zeitdauer erreichen beide Sensoren 6, 7 eine Temperatur, die etwa gleich ist. Dabei handelt es sich um einen Endwert der Temperatur T.

Die Verläufe der beiden zu den Sensoren 6, 7 zugehörigen Kurven weisen einen Schnittpunkt auf, der einer Temperatur  $T_2$  und einer Zeitdauer  $t_3$  entspricht.

In der Fig. 1b weist die Wand 5 des Werkzeugs 2 eine etwa ebene Oberfläche 11 auf. Die beiden Sensoren 6, 7, insbesondere deren freie Enden liegen etwa in einer gemeinsamen Ebene. Desweiteren sind die beiden Sensoren 6, 7 so angeordnet, daß sie in Fließrichtung 8 des geschmolzenen Kunststoffs 4 hintereinander angeordnet sind.

Aus jedem Sensorsignal der beiden Sensoren 6, 7 ist es unter anderem möglich, den Anfangswert, den Maximalwert und den Endwert der Temperatur T jeweils in Abhängigkeit von der Zeitdauer t durch die Meß- und Auswerteeinrichtung 10 zu bestimmen. Desweiteren ist die Meß- und Aus-

werteeinrichtung 10 in der Lage, die genannten gemessenen Werte der beiden Sensoren 6, 7 auch in Verbindung miteinander zu bringen. Dies bedeutet, daß beispielsweise der Endwert der Temperatur T des Sensors 6 unter Berücksichtigung des Endwerts der Temperatur T des Sensors 7 ausgewertet wird. Ebenfalls ist die Meß- und Auswerteeinrichtung 10 dazu vorgesehen, den erwähnten Schnittpunkt der zu den beiden Sensoren 6, 7 gehörigen Kurven, also die Temperatur  $T_2$  und die Zeitdauer  $t_3$  zu bestimmen und auszuwerten.

Darüber hinaus ist es möglich, daß die Meß- und Auswerteeinrichtung 10 die Form der gemessenen zeitlichen Verläufe, also den Verlauf der beiden zu den Sensoren 6, 7 zugehörigen Kurven über der Zeitdauer t beispielsweise im Hinblick auf deren Steigungen oder anderer Funktionalität zu erfassen und auszuwerten. Dies kann wiederum separat für jede der beiden Kurven erfolgen, es ist aber auch möglich, daß die beiden Kurven gemeinsam ausgewertet werden, also miteinander in Verbindung gebracht werden. Letztere gemeinsame Auswertung kann beispielsweise darin bestehen, daß die Form der gemessenen zeitlichen Verläufe der beiden Kurven durch verallgemeinerte Meßgrößen wie zum Beispiel deren Schwerpunktabstand beschrieben wird.

Ebenfalls ist es möglich, durch die Verknüpfung beider Signale, wie z. B. durch die Subtraktion  $SE = S1 - S2$ , einen neuen Signalverlauf zu erzeugen. Dies ist beispielhaft in der Fig. 1c dargestellt. Aus diesem neuen Signalverlauf sind beispielsweise unterschiedliche Kenngrößen wie  $t_{Null}$ , oder der Schwerpunkt des positiven oder des negativen Kurvenzweigs, oder deren Integrale und anderes mehr extrahierbar.

In den Fig. 2 und 3 ist die Vorrichtung 1 der Fig. 1a und 1b als modularartiges Bauteil dargestellt. Die beiden Sensoren 6, 7 sind dabei in einem Gehäuse 12 untergebracht, das als Ganzes in die Wand 5 des Werkzeugs 2 eingesetzt und befestigt werden kann. Die Anschlußdrähte der Sensoren 6, 7 sind in nicht näher dargestellter Weise isoliert aus dem Gehäuse 12 herausgeführt.

Insbesondere aus der Fig. 3 ist nochmals ersichtlich, wie die beiden Sensoren 6, 7 entlang der Fließrichtung 8 hintereinander angeordnet sind.

In der Fig. 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 13 zur Messung einer Meßgröße dargestellt. Bauteile, die mit den Fig. 1a, 1b, 2 und 3 übereinstimmen, sind mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet.

Bei der Vorrichtung 13 der Fig. 4 ist ein Sensor 15 in der Wand 5 des Werkzeugs 2 und ein Sensor 16 in einer Wand 14 des Werkzeugs 2 angeordnet. Die Wand 5 weist eine Oberfläche 17 und die Wand 14 eine Oberfläche 18 auf. Die Oberflächen 17, 18 sind etwa senkrecht zueinander angeordnet. Die Oberfläche 17 ist beispielsweise Teil der Oberflächen in Fließrichtung und die Oberfläche 18 ist eine Oberfläche am Fließwegende. Damit sind die beiden Sensoren 15, 16, insbesondere deren freie Enden, nicht in einer gemeinsamen Ebene, sondern unter einem Winkel zueinander angeordnet. Die beiden Sensoren 15, 16 besitzen ein etwa gleiches Ansprechverhalten.

Insbesondere kann es sich bei den Wänden, 5, 14 des Werkzeugs 2 um die Begrenzung eines Stegs des herzustellenden Produkts handeln, wobei die Wand 14 ein freies Ende des Stegs bildet. Durch den Sensor 15 kann erkannt werden, wann der geschmolzene Kunststoff den Bereich des freien Endes des Stegs erreicht und durch den Sensor 16 kann erkannt werden, wann der den Steg bildende Hohlraum vollständig von dem geschmolzenen Kunststoff gefüllt ist.

Die Auswertung der von den beiden Sensoren 15, 16 der Fig. 4 gemessenen Werte erfolgt dabei in vergleichbarer Weise wie bei den Sensoren 6, 7 der Fig. 1a, 1b, 2 und 3.

Anhand der Fig. 5 ist beispielhaft die nähere Ausgestal-

tung des Sensors 15 dargestellt. Es versteht sich, daß diese in der Fig. 5 gezeigte Ausgestaltung auch für die anderen Sensoren der Fig. 1a, 1b, 2, 3 und 4 angewendet werden kann.

Der in der Fig. 5 gezeigte Sensor 15 ist in einer Ausnehmung der Wand 5 des Werkzeugs 2 untergebracht. In nicht näher dargestellter Weise ist der Sensor 15 an der Wand 5 befestigt.

Die Stirnfläche des Sensors 15 ist mit der Oberfläche 17 der Wand 5 bündig angeordnet. Der Sensor 15 besitzt an dieser Stirnfläche ein Thermoelementpaar 18 beispielsweise aus Eisen-Konstantan oder NiCrNi, das damit unmittelbar dem Hohlraum 3 und damit dem vorbeifließenden geschmolzenen Kunststoff 4 ausgesetzt ist. Das Thermoelementpaar 18 ist beispielsweise durch eine Laserschweißung mit dem Sensor 15 verbunden. Die Anschlußdrähte des Thermoelementpaares 18 sind isoliert nach außen weggeführt.

Alternativ können auch andere Meßeffekte zur Realisierung des Sensors 15 verwendet werden, so beispielsweise Infrarotthermometer oder Widerstandsthermometer, z. B. PT 100-Elemente.

In den Fig. 6a und 6b ist ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 19 zur Messung einer Meßgröße dargestellt. Bauteile, die mit den Fig. 1a, 1b, 2, 3, 4 und 5 übereinstimmen, sind mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet.

In der Wand 5 des Werkzeugs 2 sind insgesamt vier Sensoren 20, 21, 22, 23 vorgesehen. Dabei bilden die beiden Sensoren 20, 21 ein Paar und die beiden Sensoren 22, 23 ebenfalls ein Paar. Dies bedeutet, daß die beiden Sensoren 20, 21 benachbart zueinander angeordnet sind und die beiden Sensoren 22, 23 ebenfalls benachbart zueinander angeordnet sind. Der Abstand der beiden Sensoren 20, 21 von den beiden Sensoren 22, 23 ist dabei unabhängig von den Abständen der jeweils paarweise angeordneten Sensoren 20, 21 bzw. 22, 23 zueinander. Die Sensoren 20, 21 und die Sensoren 22, 23 besitzen ein etwa gleiches Ansprechverhalten.

Die Oberfläche 11 der Wand 5 stellt eine ebene Fläche dar. Die freien Enden der Sensoren 20, 21, 22, 23 sind etwa in dieser gemeinsamen Ebene angeordnet.

Fließt der geschmolzene Kunststoff 4 in den Hohlraum 3 des Werkstücks 2 hinein, so ergibt sich nacheinander bei den Sensoren 23, 22 und dann bei den Sensoren 21, 20 eine Veränderung der gemessenen Temperatur. Die Verläufe der Temperatur T über der Zeitdauer t sind für die jeweiligen Sensoren 20, 21, 22, 23 in der Fig. 6b dargestellt. Die Verläufe entsprechen dabei im wesentlichen beispielhaft den Verläufen, wie sie in der Fig. 1a dargestellt und erläutert worden sind.

Bei der Messung und ggf. nachfolgenden Auswertung der von den Sensoren 20, 21, 22, 23 gemessenen Werte werden die Signale der beiden Sensoren 20, 21 und der beiden Sensoren 22, 23 jeweils gemeinsam verarbeitet. Die beiden Sensoren 20, 21 und die beiden Sensoren 22, 23 bilden damit jeweils ein Modul.

Es ist möglich, daß die beiden Sensoren 22, 23 entsprechend der Fig. 2 und 3, also mit Hilfe des Gehäuses 12 in der Wand 5 des Werkstücks 2 untergebracht sind. Entsprechendes kann für die beiden Sensoren 20, 21 der Fall sein. Bei den beiden Sensoren 20, 21 ist es jedoch ebenfalls möglich, daß sie abweichend von der Fig. 6a in der Form der Fig. 4 angeordnet sind.

Sämtliche, von den beschriebenen Sensoren 6, 7, 15, 16, 20, 21, 22, 23 erfaßten Signalverläufe können für die Überwachung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens verwendet werden. Dies bedeutet insbesondere, daß die gemessenen Werte dazu herangezogen werden können, die Qualität des herzustellenden Produkts automatisch, also z. B. ohne eine

Sichtkontrolle des Produkts, zu beurteilen. Auf der Grundlage dieser Beurteilung ist es dann möglich, die Qualität der herzustellenden Produkte zu beurteilen und in Abhängigkeit davon eine Sortierung der hergestellten Produkte vorzunehmen.

Darüber hinaus ist es möglich, die von den Sensoren 6, 7, 15, 16, 20, 21, 22, 23 gemessenen Werte zur Regelung der Prozeßparameter der Kunststoff-Spritzgießverfahrens zu verwenden. Dies bedeutet, daß in Abhängigkeit von der Beurteilung der Qualität der herzustellenden Produkte nunmehr versucht wird, die Parameter des Kunststoffspritzgießverfahrens im Sinne einer Verbesserung der Qualität der herzustellenden Produkte zu verändern.

Desweiteren ist es möglich, bei der Überwachung und/oder der Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens neuronale Netze heranzuziehen. Die von den Sensoren 6, 7, 15, 16, 20, 21, 22, 23 erzeugten Signalverläufe stellen dabei Eingangsinformationen für die Verarbeitung mit neuronalen Netze dar.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1; 13; 19) zur Messung einer Meßgröße, beispielsweise der Temperatur (T) eines geschmolzenen Kunststoffes (4), an einer Meßstelle eines für ein Kunststoff-Spritzgießverfahren vorgesehenen Werkzeugs (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens zwei zueinander beabstandet angeordnete Sensoren (6, 7; 15, 16; 20, 21, 22, 23) zur jeweiligen Messung der Meßgröße vorgesehen sind.
2. Vorrichtung (1; 13; 19) nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sensoren (6, 7; 15, 16; 20, 21, 22, 23) in Fließrichtung (8) des geschmolzenen Kunststoffes (4) angeordnet sind.
3. Vorrichtung (1; 13; 19) nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der beiden Sensoren (6, 7; 15, 16; 20, 21, 22, 23) insbesondere an der Oberfläche (11; 17, 18) einer Wand (5, 14) des Werkzeugs (2) angeordnet ist.
4. Vorrichtung (1; 19) nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen Meßstellen (5) der beiden Sensoren (6, 7; 20, 21, 22, 23) in einer gemeinsamen Ebene liegen.
5. Vorrichtung (13) nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen Meßstellen (5, 14) der beiden Sensoren (15, 16) einen Winkel einschließen.
6. Vorrichtung (1; 13; 19) nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Sensoren (6, 7; 15, 16; 20, 21, 22, 23) ein vorzugsweise schnellansprechendes Thermoelementpaar (18), wie zum Beispiel Eisen-Konstantan oder NiCrNi aufweist.
7. Vorrichtung (1) nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sensoren (6, 7) in einem gemeinsamen Gehäuse (12) untergebracht sind.
8. Vorrichtung (19) nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Sensoren (21, 22; 23, 24) ein Vielfaches der Zahl 2 ist.
9. Vorrichtung (1; 13; 19) nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sensoren (6, 7; 15, 16; 20, 21, 22, 23) etwa gleichartige Meßeigenschaften, insbesondere ein etwa gleichartiges Ansprechverhalten aufweisen.
10. Verfahren zur Messung einer Meßgröße, beispielsweise der Temperatur (T) eines geschmolzenen Kunststoffes (4), an einer Meßstelle eines Werkzeugs (2) während eines Kunststoff-Spritzgießverfahrens, dadurch

gekennzeichnet, daß die Meßgröße an mindestens zwei zueinander beabstandet angeordneten Meßstellen gemessen wird.

11. Verfahren nach Patentanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anfangswert und/oder ein Endwert und/oder ein Maximalwert und/oder ein zeitliches Auftreten dieser Werte für jeden der beiden Sensoren (6, 7) separat und/oder unter Berücksichtigung des jeweils anderen Sensors (7, 6) ausgewertet wird. 5

12. Verfahren nach einem der Patentansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Form der gemessenen zeitlichen Verläufe der beiden Sensoren (6, 7) separat und/oder unter Berücksichtigung des jeweils anderen Sensors (7, 6) ausgewertet wird. 10

13. Verfahren nach einem der Patentansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schnittpunkt (T2, t3) und/oder eine Differenz (SE) der gemessenen zeitlichen Verläufe der beiden Sensoren (6, 7) ausgewertet wird. 15

14. Verfahren nach einem der Patentansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die von den beiden Sensoren (6, 7) gemessenen Werte zur Überwachung und/oder Regelung des Kunststoff-Spritzgießverfahrens verwendet werden. 20

15. Verfahren nach einem der Patentansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die von den beiden Sensoren (6, 7) erzeugten Signalverläufe mittels neuraler Netze interpretiert werden. 25

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



Fig. 1a

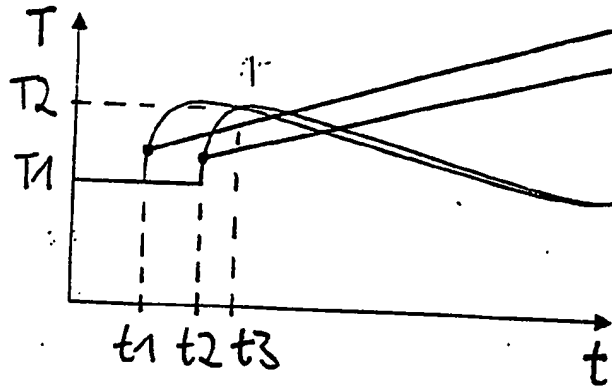


Fig. 1b

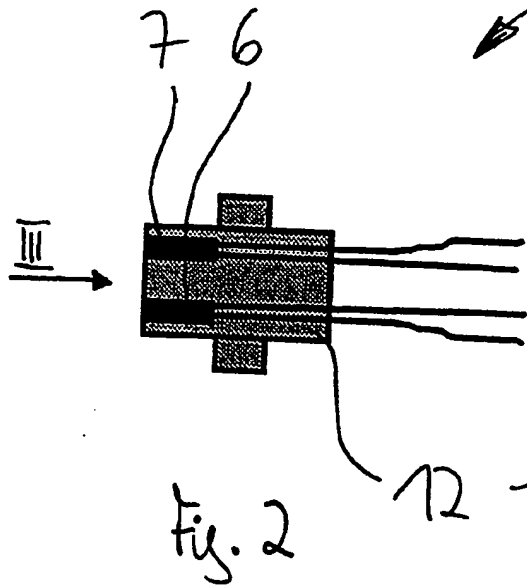
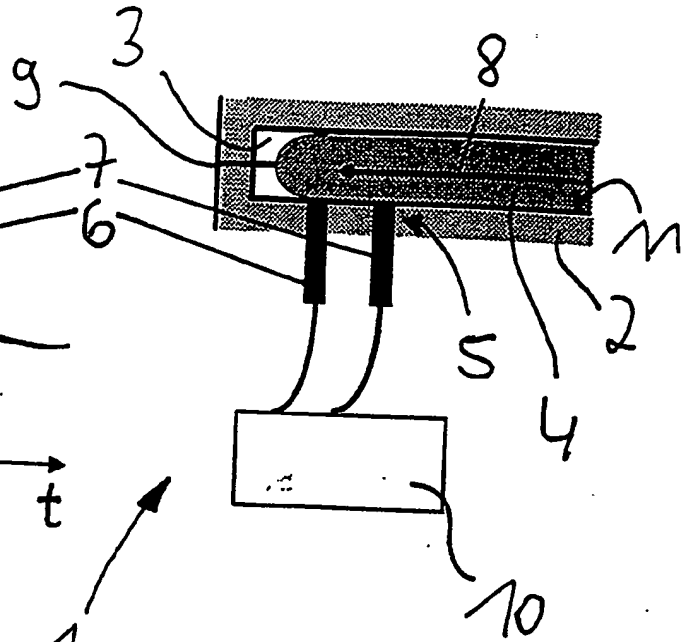


Fig. 2

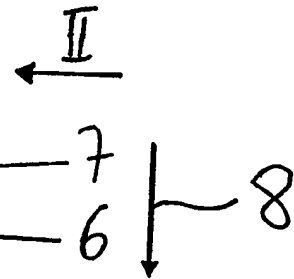
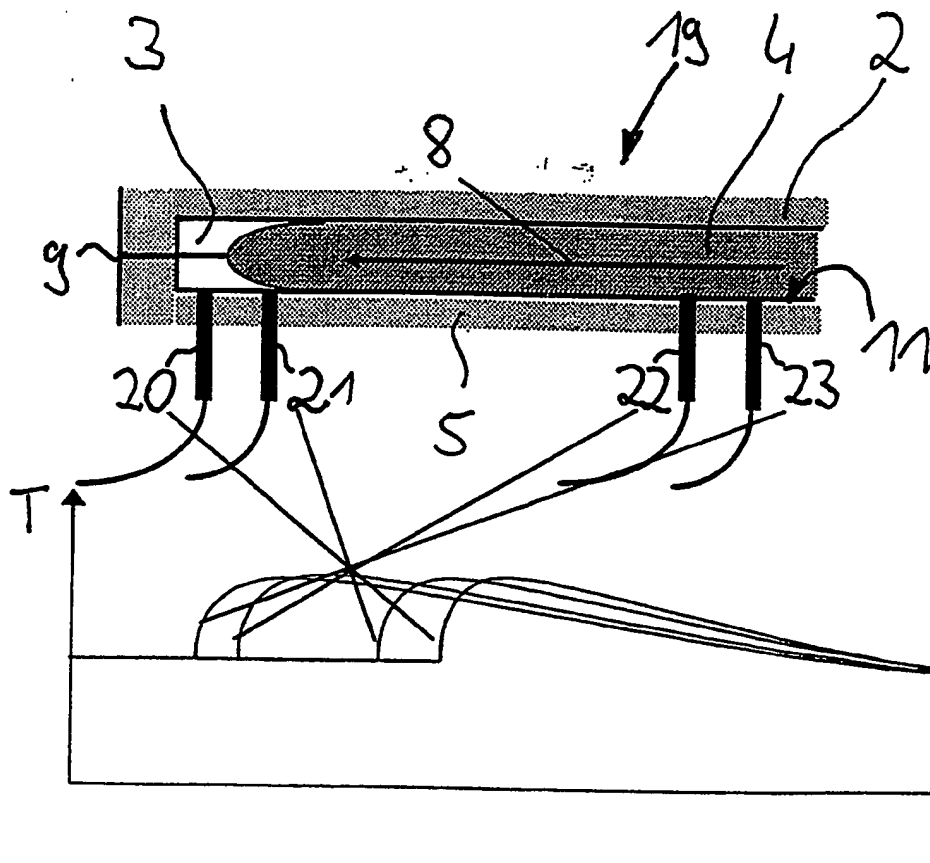
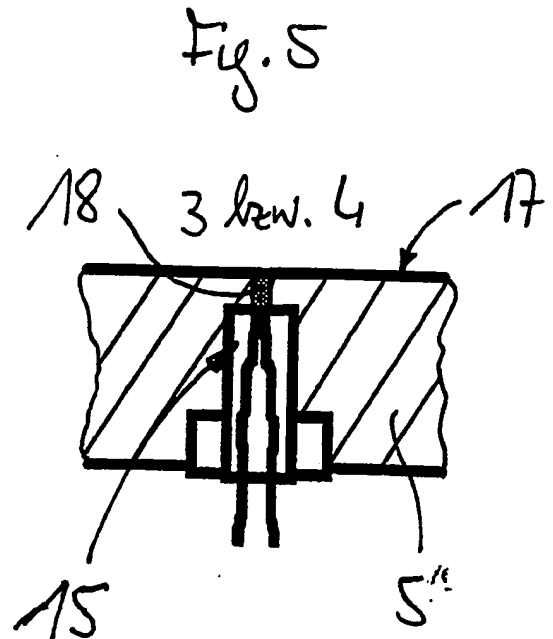
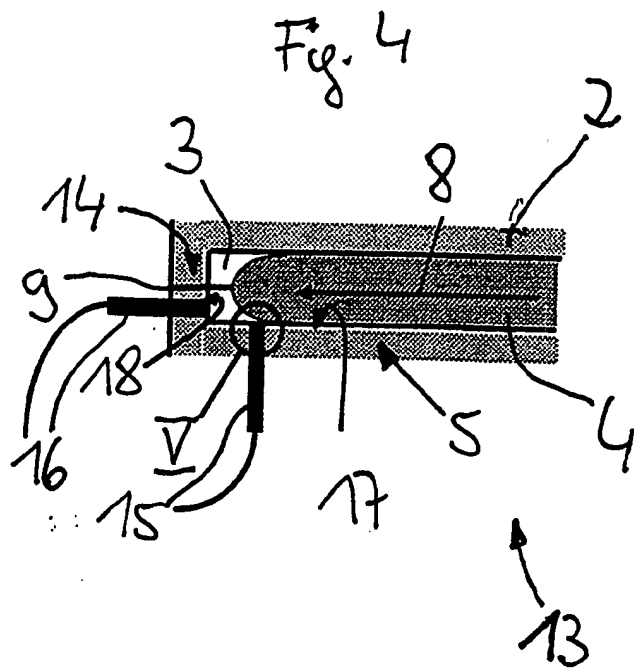


Fig. 3



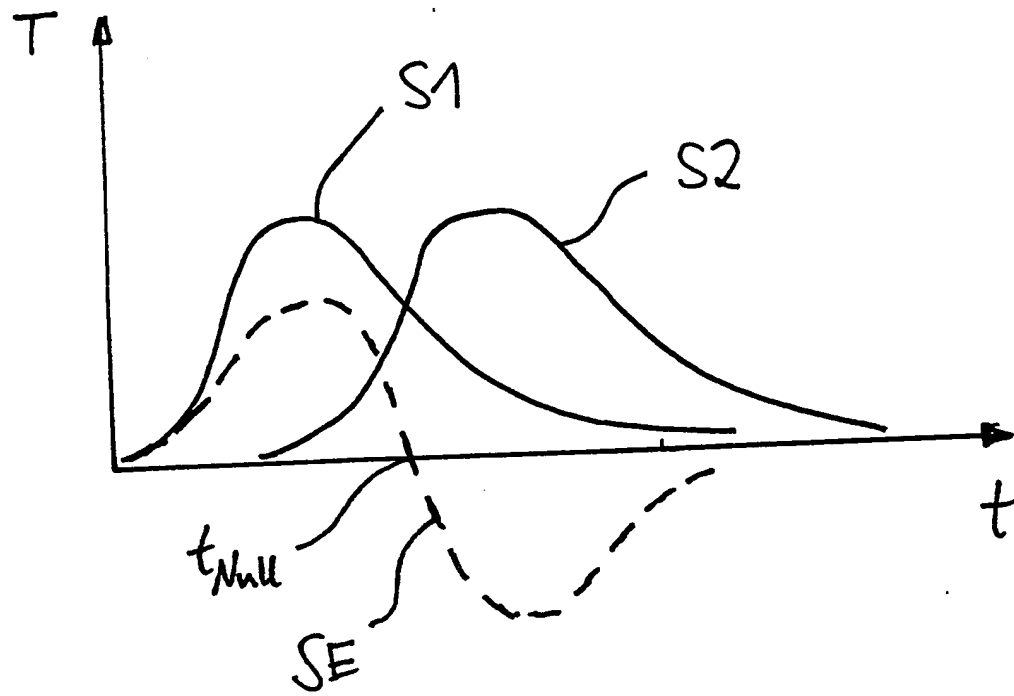


Fig. 1c